Ueber die

# Fortschritte der Mineralogie seit Hauy.

Eine öffentliche Vorlesung

gehalten

in der festlichen Sitzung der königl. bayerischen Akademie der Wissenschaften

am 25. August 1832

von

Dr. Franz von Kobell,

Adjunkt beym General-Conservatorium, ausserordentlichem Professor der Mineralogie an der Ludwigs-Maximilians-Universität und Mitglied mehrerer gelehrten Gesellschaften.

München 1832.

In der Joseph Lindauer'schen Buchhandlung, (C. T. Fr. Sauer.)

Digitized by Google

Rerum natura sacra sua non simul tradit; initiatos nos credimus, in vestibulo ejus haeremus.

Seneca.

Digitized by Google

Es besteht eine wesentliche Neigung des menschlichen Geistes, für sein Fühlen und Ahnen eines Höhern in oder ausser sich in der Natur einen Anhaltspunkt, eine ermunternde Befriedigung nachzusuchen. Diese Neigung, welche nicht erlernt, welche mit dem Menschen geboren wird, beweist, dass die Natur die Heimath des Geistes ist, dass er an sie gefesselt bleibt, wenn auch weit und gross, wie diese Heimath die Sphäre seiner Bewegung ist, sie spricht unzweydeutig aus, wie alles Philosophiren mit Naturforschung zusammenhängt und welchen Vorrang unter Allem, was wir Wissenschaft nennen, die Naturforschung behauptet.

Das nächste Mittel der Naturforschung ist Beobachtung und Vergleichung, ihre unmittelbare Frucht ist nach dem Gange aller geistigen Thätigkeit die Theorie und das System und auf diese gründet sich die Philosophie der Natur.

Wenn es nun auch dem menschlichen Geiste eigen ist und erlaubt scheint, in seine Schöpfungen manche Schlüsse, die er nicht beweisen kann, gleichsam *anticipando* einzuflechten, so muss doch stets, soll diese Freyheit ihren Werth behalten, die Grundlage dieser Schöpfungen und ihre Erkenntniss streng im Auge gehalten werden.

Wohl lässt bey aller Geistesthätigkeit die Phantasie den Reichthum ihres Zaubers walten, wohl bietet sie die Frucht in voller Reife, wo der Verstand mühselig nach der Blüthe sucht, wohl schwebt sie frey und kühn dem Ziel entgegen, wo dieser mit dem Zweifel belastet unsicher die Spuren des Weges erforscht, doch flüchtig und vergänglich, wie die Jugend, der sie zunächst angehört, ist, was sie allein geschaffen und früher oder später bleicht die Zeit die schönen Farben ihrer Bilder.

Wenn wir daher auch eine höchste Aufgabe der Naturforschung erkennen, wenn sie uns als Naturphilosophie höchst anziehend erscheint, wir dürfen bey der Bewunderung, dass es eine solche Aufgabe für uns geben kann, nicht ste-

hen bleiben, wir können dem Gefühle, dass wir für sie empfänglich sind uns nicht freudig überlassen, ohne eine Auflösung zu wagen, die uns nicht für kurze Dauer täuschen, die uns befriedigen soll. Wir würden aber diese Täuschung an uns begehen, wir würden ihre niederschlagenden Folgen nicht vermeiden können, wollten wir ein Philosophiren über die Natur von einem strengen Erforschen und klaren Erkennen derselben unabhängig machen, wollten wir uns an das Letzte wagen, ohne mit dem Ersten vertraut geworden zu seyn.

Es giebt in allen Wissenschaften eine mehr und eine weniger anziehende Seite. Dieses Verhältniss ist nun freylich sehr relativ, doch mag es sich im Allgemeinen so bestimmen lassen, dass die anziehendere Seite immer diejenige ist, welche die Spekulation am wenigsten beschränkt. Wo aber eine gewisse Selbstständigkeit und Unabhängigkeit irgend einem Gegenstande der Forschung zukommt, da tritt die Speculation in volle Wirksamkeit und je mehr wir überdiess für die Richtigkeit eines Schlusses oder Urtheils den prüfenden Mafsstab in uns selbst finden, um so mehr ist uns eine Forschung natürlich zugewiesen, um so inniger hängt sie mit unserm Seyn zusammen. Daher ist zunächst dem Menschen der Mensch vom höchsten Interesse und so folgt stufenweise das weniger verwandte Lebende und Organische bis zu dem, was wir das Unorganische nennen.

Dass aber Organisches und Unorganisches in sehr enger Beziehung stehen ergiebt sich daraus, dass das Leben, der Hauptcharakter der Organismen, eigentlich nichts anderes ist, als die Aeusserung eines fortwährenden Kampfes des Organischen mit dem Unorganischen, oder die Kraft, ohne welche ein organisches Individuum in eine Reihe von unorganischen zerfiele. Man wird daher auch beym Studium der Organismen die unorganische Welt nicht gleichgültig übergehen dürfen, und man wird, um in das materielle Wesen und den Stoffwechsel derselben einen Blick werfen zu können, die Gesetze zu erforschen haben, welche die Mischungstheile des starren Krystalls zusammenhalten und von einander trennen.

Wo es also darauf ankommt, die Naturwissenschaft im Allgemeinen zu fördern, da darf Chemie und Mineralogie nicht als untergeordnet angesehen werden; denn sie führen uns von dem Einfachen zu dem Zusammengesetzten, von dem Bleibenden oder nur langsam Veränderlichen zu dem schnell Wechselnden und sowie keine höhere Mathematik ohne Algebra möglich, so ist auch keine höhere Naturforschung ohne Mineralogie und Chemie möglich, in ihnen

Digitized by Google

liegen die Prämissen zu höhern Schlüssen, auf sie kommt man zurück, wenn man zu analysiren anfängt.

Es scheint mir daher ein der Feyer dieses Tages würdiger Gegenstand zu seyn, von den Fortschritten der Oryktognosie oder der Lehre der Mineralgattungen, in unserer Zeit eine gedrängte Uebersicht darzulegen, denn die Mineralgattungen, sagt d'Aubuisson, sind die Buchstaben, mit deren Kenntniss man erst im Buche der Natur lesen kann.

Die höhere Ausbildung der Oryktognosie, ja man kann sagen ihre Gestaltung als Wissenschaft beginnt erst mit Hauy, doch ist nicht zu verkennen, dass schon vor ihm und zu seiner Zeit durch die Arbeiten von Männern, deren Andenken die Geschichte der Wissenschaft stets bewahren wird, nicht nur eine bedeutende Menge von schätzbaren Materialien bereit lag, sondern auch schon die Wege deutlich bezeichnet waren, welche man nur zu verfolgen brauchte, um reichliche Früchte zu ärndten. Es war bereits durch Bergmann und Romé de l'Isle eine genauere Formenkenntniss der Mineralien vorbereitet, es war durch Werner die Lehre der physikalischen Kennzeichen überhaupt auf eine überraschende Weise gefördert worden und Wallerius, Kronstedt und Bergmann hatten nicht verfehlt, auch dem Innern der Mineralien, der Mischung ihre Aufmerksamkeit, ihre geistvollen Untersuchungen und Betrachtungen zu widmen.

Sowie aber Hauy den noch verborgenen Reichthum, welcher durch diese Arbeiten bezeichnet wurde, zu Tage förderte, so war auch eine allgemeine Thätigkeit angeregt und ihr haben wir den gegenwärtigen blühenden Zustand der oryktognostischen Forschungen zu verdanken.

Seit der grosse Krystallograph auf die ersten Andeutungen von Bergmann [1]) und mit den von Romé de l'Isle [2]) gemachten Erfahrungen fortbauend die streng wissenschaftliche Seite der Krystallkunde ins Auge fasste und zu einer Vollkommenheit dargestellt hat, welcher der Ruhm seines Namens angemessen ist, hat diese Wissenschaft gleichwohl, wenigstens zum Theil eine andere Gestalt gewonnen. Die Hauysche Theorie schien das Ganze der Krystalkunde zu umfassen und sie wollte das Ganze umfassen. Der ursprüngliche Lehrer der Krystallographie im engern und weitern Sinne, welchen die Natur darbietet — der Kalkspath schien unzweydeutig eine atomistische Ansicht der Krystalle nothwendig zu machen. Es konnte nicht fehlen, dass Hauy Analoga aufzufinden und die bekannten zu würdigen wusste, es konnte nicht fehlen, dass der Kalkul auf die Krystalle angewendet die Speculation auf das mannigfaltigste

Digitized by Google

unterstützte, denn die Krystalle sind ja die Symbole der Mathematik in der Natur und die Schlüsse der Mathematik sind unermesslich.

So gestaltete sich unter der Meisterhand Hauys eine atomistische Theorie der Krystalle. Die Molecüle wurden zu mannigfaltigen Körpern zusammengelegt, sie wurden wie es die Natur gebot verbunden und aufgebaut und mit dem Bauen ergaben sich Gesetze, welche stets die Basis aller Krystalltheorien seyn werden. [3])

Wie es aber in dem Streben wissenschaftlicher Geistesthätigkeit liegt, bey allem Erkennen einen sorgfältigen Unterschid zwischen dem Absoluten und Hypothetischen, wie sie auch verbunden scheinen mögen, zu machen, so geschah es auch hier und man erkannte bald, dass die Gesetze der Krystallbildung von einer atomistischen Ansicht unabhängig an Werth und Gültigkeit nichts verlieren.

Bernhardi [4]) verwirft die atomistische Theorie, er macht aufmerksam auf die Unsicherheit der Bestimmung der Form der Molecüle, besonders bey Mineralien, welche keine Spaltbarkeit besitzen, er zeigt, dass sich manche Erscheinungen, z. B. die Reflexion des Lichtes mit dem treppenförmigen Aeussern der Krystalle nicht wohl vertrage, dass auch die Brechung des Lichtes und einige Verhältnisse der Cohäsion dabey unerklärt bleiben. Er giebt übrigens die Ableitungsgesetze auf eine ähnliche Art an, wie Hauy, ohne aber damit eine atomistische Grundlage in Beziehung bringen zu wollen.

Von nun an trennte man die Mathematik und Physik der Krystalle, welche die Hauysche Schule wenigstens theilweise vereinigte und man versteht gegenwärtig unter Krystallographie im engern Sinne die Mathematik der Krystalle, wenn dieser Ausdruck erlaubt ist.

Die Hauysche Methode bestimmte jede Veränderung, jeden Uebergang der Krystallformen nach der Art und Zahl der Decrescenz der Reihen ihrer Molecüle und diese bestimmt wieder die Veränderungen und Werthe der Krystallaxen. Von Weiss [5]) und Mohs werden diese Axen, welche die Bildungsrichtungen zunächst bezeichnen, unmittelbar ins Auge gefasst und die nächste Folge davon war ein deutliches, ein strenges Unterscheiden von Krystallsystemen. So ist nun der grosse Formenreichthum der unorganischen Individuen auf eine höchst einfache Weise geordnet und es muss das schnelle und befriedigende Gelingen dieses Werkes eben so sehr in Verwunderung setzen, als es

Digitized by Google

auffallend ist, wie die Mathematik so lange bestehen konnte, ohne dass eine so nahe liegende Anwendung derselben ausgeübt wurde.

Der Werth der aufgestellten Systeme, durch alle Beobachtungen erprobt, welche eine mathematische Bearbeitung der Krystallformen zuliessen, wurde aber noch erhöht durch ihre Bedeutsamkeit in der Physik der Krystalle. Die Trennung in Krystalle mit einfacher und doppelter Strahlenbrechung war schon von Hauy gegeben worden, die glänzenden Entdeckungen von Brewster bestimmten auch den Charakter der letztern, allgemein in inniger Uebereinstimmung mit den Resultaten, welche die rein krystallographische Beobachtung gegeben hatte. Die Anordnung der Grundformen der Krystalle nach einerley, zweyerley und dreyerley Hauptaxen fand sich wieder in den Klassen der einfach strahlenbrechenden und der doppelt strahlenbrechenden mit einer und mit zwey Lichtaxen. Damit ergaben sich die Mittel auch Krystalle, welche durch ihre Umrisse nur unvollkommen bestimmt werden konnten öfters genau zu bestimmen oder wenigstens das zugehörige Krystallsystem auszumitteln. Doch war dieses nicht immer ohne Schwierigkeiten möglich, die nur der zu überwinden vermochte, welcher mit den betreffenden optischen Versuchen genau vertraut war.

Mit dem Fortschreiten der Wissenschaft vermehrt sich aber auch die Zahl und Art der Mittel das Dunkle aufzuhellen, das Aufgehellte immer allgemeiner zugänglich zu machen. Die Entdeckung der Polarisation des Lichtes von Malus trug den Keim in sich, unser Wissen in der Krystallkunde auf eine eben so einfache als glänzende Weise zu ergänzen und zu bereichern. Der grosse Brewster, welchem die Krystallphysik so vieles verdankt, machte die nächste Anwendung dieser Entdeckung, indem er zeigte, dass alle Mineralien von einer Axe der doppelten Brechung durch Flächen rechtwinklich zu dieser Axe im polarisirten Lichte ein System farbiger Ringe zeigen, welche durch ein schwarzes Kreutz getheilt sind, während die zweiaxigen Krytalle zwey solche Systeme von Ringen hervorbringen, welche nur von einem dunkeln Arme durchschnitten werden. Da die Polarisation des Lichtes auf eine ganz einfache Weise durch Reflexion oder Refraction hervorgebracht werden kann und da alle doppelt brechenden Mineralien das Licht polarisiren, so hat auch das Auffinden dieser schönen Erscheinungen in den meisten Fällen keine Schwierigkeiten und der Apparat dazu ist so einfach, als man es nur immer wünschen kann.

Da die Erfahrung lehrte, dass bey den einaxigen Mineralien die Krystallaxe mit der Lichtaxe zusammenfällt, bey den zweyaxigen aber die

Digitized by Google

Krystall-Axe den Winkel der optischen Axen gewöhnlich halbirt, so ist es auch nicht schwer, die Flächen zu finden, durch welche sich die Bilder mit den Ringen zeigen. Da sich ferner die Krystalle von einfacher Strahlenbrechung im polarisirten Lichte ganz indifferent verhalten, so ist dadurch das thesserale System hinlänglich geschieden und ohne Schwierigkeit anzugeben. Mit Hülfe dieser Erfahrungen war es nun möglich den krystallographischen Charakter vieler Mineralien, deren Structur oder Art des Vorkommens der mathematischen Forschung nur wenig Aufschluss gestattete, zu entziffern und festzustellen und darunter waren häufig solche, welche durch ihre allgemeine Verbreitung von besonderer Wichtigkeit seyn mussten.

Dahin gehören z. B. die Specien des Glimmers [6]) und das Eis [7]) dessen Charakter wir bisher in den mannigfaltigen Figuren und Sternen des Schnees nur errathen, aber nicht mit Bestimmtheit auszusprechen vermochten.

Den innigen Zusammenhang des optischen Charakters mit dem stereometrischen der Krystalle zeigen ferner die seltsamen Bilder verschiedener Quarz-Krystalle im polarisirten Lichte [8]), welche auch eine scheinbare Analogie dieser Krystalle mit denen des phosphorsauern Kalkes [9]) aufheben oder ihr andere Bedeutung geben.

Wie aber jede wichtige Erfahrung ausser dem Hauptresultat noch manche andre giebt, welche wie die Zweige eines Baumes mit ihr wachsen und gedeihen, so lässt sich auch von der krystallographischen Optik noch ein Mafsstab erwarten für die bisher wenig beschränkte Willkühr in der Ansicht der Formen des rhombischen und der ihm verwandten Krystallsysteme, sowie in der Wahl der Grundformen einzelner Krystallreihen. [11])

Mit der von Weiss und Mohs neu erfassten Ansicht der Krystallbestimmung und Ableitung ergab sich auch eine neue graphische Darstellung derselben. Wie sehr auch Werner der Meister war in der Beschreibung des physikalischen Habitus der Mineralien, so konnten seine Worte in der Krystallographie nur bis dahin genügen, wo es keine strenge, keine analytische Darstellung galt. Mit der Begründung der wissenschaftlichen Krystallographie durch Hauy war es nothwendig geworden, die specifischen Eigenschaften der Formen mit Beziehung auf das allgemein Gültige und Feststehende in Zeichen anzugeben, welche oft höchst weitläufige oder ungenügende Beschreibung ersetzen mussten. Hauy hat diese Aufgabe mit demselben Scharfsinn gelöst, welcher aus allen seinen Arbeiten her-

Digitized by Google

vor leuchtet und wahrhaft Herr des Gegenstandes der ihn beschäftigte, wusste er auch die Zeichen seiner atomistischen Theorie genau anzupassen. Sowie aber diese Theorie gerade durch das Atomenwesen gehindert nicht frey und ungezwungen sich bewegen konnte, wie es den Theorien von Weiss und Mohs gestattet war, so konnte sich auch die Hauy'sche Zeichensprache der Klarheit, ja selbst der Bestimmtheit nicht erfreuen, welche der Weiss'schen und Mohs'schen eigen ist.

Indem Weiss [11]) den Grundcharakter aller Krystallsysteme auf drey rechtwinkliche Dimensionen zurückzuführen sucht, bestimmt er durch die angegebenen Werthe dieser Dimensionen die Lage irgend einer Krystallfläche in Beziehung auf die gewählte Stammform und indem er dergleichen Schemata zusammenstellt entwirft er das streng mathematische Bild irgend einer Krystallcombination. Dabey gebührt ihm das Verdienst zuerst eine zweckmässigere Bestimmung der Stammform angeregt zu haben, wenigstens in so ferne er dabey auf die einfachste und reinste Darstellung einer Krystallreihe Rücksicht nahm. [12])

Die Mohs'sche Bezeichnungsart ist bey gleicher Genauigkeit bündiger, seine Zeichen beziehen sich mehr auf den ganzen Krystallkörper, als nur auf dessen Flächen, sie werden bedeutend dadurch abgekürzt, dass sie Verhältnisse, welche als bekannt vorausgesetzt werden können nicht angeben, sie stellen die Combinationen sehr zweckmässig dar, indem jede einzelne der enthaltenen Gestalten als vollkommen entwickelt betrachtet und ausgedrückt wird. Doch gestatten auch die Mohs'schen Zeichen noch eine Vereinfachung dadurch, dass man darin das Gesetz der Ableitung nach dem Wachsen oder Abnehmen der Potenzen der Zahl 2 oder ihrer Quadratwurzeln nicht unmittelbar ausspricht und diese Abkürzung ist von Naumann gegeben worden, dessen Zeichen an Einfachheit nichts zu wünschen übrig lassen.

Den wichtigen Erfahrungen über das Verhalten der Krystalle zum Lichte schliesst sich eine schöne Beobachtung von Mitscherlich an über ihr Verhalten zur Wärme. [13]) Mitscherlich fand, dass alle Krystalle des theseralen Systems, welche durch Gleichheit der Hauptaxen, und durch den Mangel der doppelten Strahlenbrechung vorzüglich bezeichnet sind, durch Erwärmen keine Veränderung ihrer Winkel erleiden, dass also ihre Ausdehnung eine vollkommen gleichmässige sey, während dagegen die Krystalle von einer Axe der doppelten Brechung nach zwey, die von zwey Axen aber nach drey Richtungen ungleich ausgedehnt oder auch zusammengezogen werden.

Schon hat man angefangen aus diesem Verhalten auf die sphärische oder sphäroidische Form der Krystallmolecüle zu schliessen und die ältern Hypothesen von Huygens und Wollaston werden von Daniell [14]) aufs Neue hervorgerufen.

Ein ganz eigenthümliches Feld zur Erforschung des Krystallgefüges und der Flächenbeziehungen eröffnet sich mit den Beobachtungen von Savart [15]) über die Klangfiguren und das akustische Verhalten von Krystallplatten und wiewohl die hervorstrahlenden Lichtfunken bis jetzt nur sparsam sind, so versprechen sie doch reichliche und unerwartete Aufschlüsse. Hieher gehört unter andern die Erfahrung, dass sich die Flächen der Quarzpyramide nicht gleich verhalten und dass nur die eine Hälfte derselben ein analoges Verhalten zeigt mit den spaltbaren Grundformen des Kalkspaths und Eisenspaths, dass man also diese Flächen als das Grundrhomboeder betrachten kann, [16]) ferner dass durch die Klangfiguren auszumitteln ist, ob das hexagonale Prisma mit der rhomboedrischen Grundform in paralleler oder diagonaler Stellung sich befindet indem sich beyde durch verschiedene Figuren unterscheiden lassen.

Es würde zu weit führen, wollte ich hier aller der Entdeckungen und Versuche erwähnen, welche das Mittel zu den grössern Ergebnissen der Wissenschaft geworden sind, ich muss daher die verdienstvollen Bemühungen eines Monteiro, Levy, Bournon, Weiss, Mohs, Hausmann, Mitscherlich, Naumann und anderer, [17]) die Berechnung der Krystalle möglichst zu vereinfachen und durch die genaue Entwicklung einzelner Reihen umfassendere Arbeiten vorzubereiten, übergehen und nenne nur als von besonderem Interesse die Erfindung des Reflexions-Goniometers von Wollaston, welches einfache und sinnreiche Instrument ein ungleich genaueres Messen der Krystallwinkel gestattet, als dieses mit dem von Romé de l'Isle und Hauy gebrauchten Anleg-Goniometer möglich ist.

Die Beziehung zwischen der Form und Mischung der Mineralien war seit dem Aufblühen der Wissenschaft stets eine anziehende Aufgabe gewesen und sie musste um so anziehender werden, als die Chemie in steigender Vervollkommnung die Mittel zur Auflösung derselben darbot.

Seit der Begründung der Stöchiometrie durch Richter, Proust, Dalton, und Gaylussac waren die Resultate chemischer Analysen nicht mehr als blosse Register der Mischungstheile einer Verbindung anzusehen, sie waren der Ausdruck von Gesetzen geworden, welche in der innigsten Beziehung mit den Interessen der Wissenschaft stunden. Wenn sich die ersten Forschungen in die-

Digitized by Google

sem Gebiete zunächst auf die künstlichen Salze bezogen, für deren Analyse durch die Synthese eine Controlle geführt werden konnte, so war es doch natürlich, dass die erworbenen Erfahrungen allmählig für alle Mineralmischungen in Anwendung gebracht wurden. Dem grossen Meister der Chemie, dem Manne für dessen Lorbeer diese schöne Wissenschaft keine ihrer Blumen versagte, dem gefeyerten Berzelius verdankt die Oryktognosie die Entwicklung der Gesetze der meisten Mineralmischungen, die klare Darstellung derselben in einer höchst einfachen und angemessenen Zeichensprache. Damit war eine viel umfassendere Vergleichung der Mineralmischungen, als früher, möglich geworden und Verbindungen, deren Aehnlichkeit wegen der verschiedenen Atomengewichte der Bestandtheile sich lange verborgen gehalten hatte, reihten sich von selbst aneinander. Es war die Zeit gekommen, wo der Begriff von Mineralspecies, wie ihn zuerst Hany gegeben, eine nähere und bestimmtere Bezeichnung erhalten konnte, es war auch ein chemisches System der Mineralien in einem strengern Sinne als bisher zu entwerfen und einzuführen gestattet. Von nun an sehen wir das Studium des chemischen Theils der Oryktognosie eben so thätig angeregt, wie dieses von Hauy mit der Krystallographie geschehen war und zugleich angeregt ist die Forschung nach der Wechselbeziehung von Mischung und Form der Mineralien.

Es war lange ein Gegenstand der Verwunderung und man kann fast sagen des Anstosses gewesen, Mineralien von einer entschiedenen physikalischen Aehnlichkeit oder Gleichheit in der Mischung, in den nach den bekannten Gesetzen dafür geltenden Ausdrücken oft wesentlich verschieden zu erkennen. Nicht selten zeigte sich bey complicirteren Verbindungen ein solches Schwanken in der Art und Menge der Mischungstheile, ein so (scheinbar) regelloser Wechsel derselben, dass man ungewiss war, ob die Ursache in der Unvollkommenheit der Kunst der Analyse oder vielmehr darin zu suchen sey, dass man an die Anwendung der bekannten chemischen Atomenlehre zu grosse Forderungen gemacht habe.

Den Schlüssel zur Lösung dieses Räthsels hat Fuchs gegeben, der gründliche, der unermüdliche Analytiker, welcher stets eine Zierde unserer Akademie seyn wird. Fuchs erkannte zuerst [18]), dass es Mischungstheile gebe, welche sich ohne wesentliche Veränderung der stöchiometrischen Verhältnisse und des physikalischen Charakters eines Minerals gegenseitig austauschen und vertreten können. Er nannte sie vicarirende Mischungstheile und machte zuerst



Digitized by Google

darauf aufmerksam, wie mit der Annahme dieses Vicarirens eine Uebereinstimmung vieler Mineralanalysen mit der chemischen Proportionslehre zusammenhänge, und welcher Vortheil daraus für die Feststellung der Mineralspecien hervorgehe.

Diese Idee, welche sich so folgenreich für die Wissenschaft gezeigt hat, wurde von Mitscherlich nach den mannigfaltigsten Beziehungen ausgebildet. Mitscherlich ebenso gewandt in der Berechnung und genauen Bestimmung der Krystallformen, als in der Kunst der chemischen Analyse, gelangte zu dem wichtigen Satze, dass Basen von analoger Zusammensetzung mit denselben Säuern in demselben stöchiometrischen Verhältniss verbunden auch gleiche Formen hervorbringen, [19]) dass also solche Verbindungen ohne Formänderung einander vertreten und miteinander auf das mannigfaltigste wechselnd vorkommen können. Es folgte ferner, dass wenn zwey Verbindungen, welche ein Element gemeinschaftlich haben, von derselben Form sind, auch die übrigen Elemente einzeln genommen dieselbe Form besitzen und dass umgekehrt zwey Körper von gleicher Form, wenn sie sich mit einem gemeinschaftlichen Elemente verbinden, wieder Producte von gleicher Form geben.

Man kann leicht einsehen, welches Licht diese Erfahrungen in der Beurtheilung von Mineralanalysen verbreiteten, wie dadurch scheinbare Wiedersprüche gehoben, mannigfaltige Anomalien in Einklang gebracht werden konnten.

Die Anwendung der Lehre der isomorphen Mischungstheile, wie sie von Mitscherlich genannt wurden, auf die Mineralspecien trug wesentlich zu ihrer Erweiterung selbst bey, sie berichtigte viele Analysen und ward die häufige Veranlassung zur Wiederholung derselben, denn jezt liess sich noch mehr, als seit der Einführung der Stöchiometrie überhaupt, ausmitteln, wo ein Fehler zu vermuthen sey, worin die Lösung eines Geheimnisses gesucht werden müsse.

Wo aber in aller Naturforschung enden die Hindernisse ein Erkanntes ganz allgemein zu machen, wo hören sie auf die Wiedersprüche, welche mit allem Wissen erzeugt werden, wie der Wurm mit der Blüthe, die er zu zerstören droht? Nur zu oft wird man in der Geschichte der Wissenschaft daran erinnert, wie schwer es sey, der Natur eine Wahrheit abzuringen. Mit jedem Schritte vorwärts beginnt eine Reform des Bekannten und zur Aufgabe gestaltet sich von Neuem, was längst schon abgethan erschien. Und doch liegt gerade hierin der Reitz der Wissenschaft, der Ausspruch ihres unerschöpflichen Reichthums.

Digitized by Google

**Die Beobachtung über die Zusammensetzung und Krystallisation der alkalischen Erden und analoger Oxyde hatte schon zu der Erkenntniss geführt, dass die juxta positio der Atome nicht immer dieselbe sey und Mitscherlich** hat deshalb auch zwey verschiedene Klassen solcher Oxyde aufgestellt. [20]) Damit war das mögliche Vorkommen dimorpher Mischungen schon angedeutet und bald fanden sich mehrere Fälle, welche die Existenz eines so sonderbaren Verhältnisses beynahe ausser Zweifel setzten. Haidinger und Mitscherlich machten die Bemerkung, dass gewisse Salze wie z. B. Zinkvitriol und Bittersalz in einer höhern Temperatur mit andern Krystallen anschiessen: als in einer niedern und zwar in Formen verschiedener Krystallsysteme, ohne Veränderung ihrer Mischung [21]) Das schwefelsaure Nikeloxyd sahen Brooke und Phillips [22]) bald in rhombischen Prismen, bald in quadratischen Pyramiden krystallisiren und Mitscherlich machte sogar die merkwürdige Entdeckung, dass solche Krystalle durch Temperaturerhöhung ihre Form wechseln, ohne in flüssigen Zustand versetzt worden zu seyn. [23]) Aehnliche Beyspiele gleicher Mischungen von verschiedener Form liessen sich auch unter den Mineralien nachweisen, wie beym Kalkspath und Arragonit, Granat und Vesuvian, beym thesseralen und rhombischen Eisenkies und bey mehreren andern.

Mit diesen Erfahrungen scheinen die frühern Folgerungen des Isomorphismus zum Theil ihre Allgemeinheit zu verlieren, sie werden aber auch noch von einer andern Seite eingeschränkt.

Alle unsere Forschungen in diesem Gebiete betraffen bisher fast nur die Krystalle, welche nicht zu dem thesseralen System gehören und welche man im Gegensatz zu diesen allgemeinen Monoaxien zu nennen pflegt. Die thesseralen Formen sind insoferne unserer Beobachtung entzogen, als sie neben analogen Mischungen auch solchen zukommen, welche unter sich nicht die geringste Aehnlichkeit oder Beziehung verrathen. Es scheint, als trete hier die plastische Kraft der Natur unabhängig von der Mischung auf und gerade hier scheitert der Versuch eines Aufschlusses über diese Kraft und die Wege ihrer Thätigkeit. Was aber in diesem System ganz allgemein erscheint, zeigt sich auch vereinzelnt, oft deutlich, oft nur spurenweise in den übrigen Krystallsystemen. Es giebt auch ganz verschiedene Mischungen monoaxer Krystalle von gleicher Form. Das Räthsel der thesseralen Krystalle findet sich in den übrigen Systemen wiederholt, denn zwischen Anatas und Apophyllit, Kupferkies und Braunit, Kalkspath und Rotheisenerz, die solchen Isomorphismus zeigen, [24]) ist

Digitized by Google

ebenso wenig eine chemische Aehnlichkeit aufzufinden, als zwischen Granat und Zinkblende oder zwischen Spinell und Silberglanz. Der Schluss, welcher beym Auffinden des Isomorphismus so nahe lag, dass Mineralien von gleicher oder sehr ähnlicher Krystallisation auch analoge Zusammensetzung verrathen, ist also für die monoaxen Krystalle ebenso wenig allgemein gültig, wie für die Polyaxien. Auf der andern Seite wird aber auch der Schluss, dass in der Krystallisation specifisch verschiedene Mineralien auch wesentlich verschiedene Mischung haben, durch den Dimorphismus entkräftet, und sonach scheint das Ziel unsers Strebens, einen Zusammenhang zwischen Mischung und Form zu ergründen, immer weiter entfernt zu werden.

Gleichwohl lassen die neuesten Erfahrungen nicht alle Hoffnung an die Möglichkeit verlieren, dieses Dunkel zu durchdringen und die mancherley Hindernisse zu überwinden.

Es ist die Lichtseite jeder Naturwissenschaft, dasjenige, was sie erzeugt, im steten Verkehr mit den verwandten Wissenschaften zu fördern, und es gehört zu den anziehendsten Reitzen der Mineralogie, dass dieser Verkehr ihr wesentliches Bedürfniss ist, dass damit erst in dem starren Gestein sich Leben verkündet und in den mannigfaltigsten Aeusserungen ausspricht.

So haben die Fortschritte in der Physik und Mathematik unser Wissen über die Krystalle gefördert, unsere Hypothesen über diese kleinen Welten ebenso geleitet und berichtigt, wie unsere Ansichten über die grossen, im weiten Gebiete der Sterne, die Zoologie und Botanik hat uns die früheste Thier- und Pflanzenwelt kennen gelehrt und den Grund gelegt zur Ermittlung der Altersfolge der Gesteine unserer Erdrinde, wo von anderer Seite kein Aufschluss sich darbietet, die Chemie hat überall den Ausspruch, wo um die Agentien gefragt wird, welche die Ursache des Bestehens und Vergehens der Dinge sind.

Die Chemie, die unzertrennliche Gefährtinn der Mineralogie hat, wie schon aus dem Angeführten erhellt, die wichtigsten Materialien zur Erörterung der Untersuchung über den Zusammenhang von Mischung und Form gegeben, mit ihrer Hülfe haben wir das sonderbare Verhältniss eines Dimorphismus erkannt, mit ihrer Hülfe muss auch das gegebene Räthsel gelöst werden.

Die neuesten Untersuchungen von Clarke und Stromeyer über die Phosphorsäure und Pyrophosphorsäure,[25]) von Liebig und Wöhler über die Cyansäuern,[26]) von Berzelius über die Weinsäure und Traubensäure,[27]) sowie die schon früher bekannten über das Zinnoxyd[28]) liefern das merkwürdige Resultat

dass es eine Klasse von Körpern gebe, welche bey gleicher Zusammensetzung und gleichem Atomengewichte, doch ganz verschiedene Eigenschaften haben. Diese Untersuchungen machen uns darauf aufmerksam, dass wir wesentliche chemische Unterschiede manchmal tiefer zu suchen haben, als nur in der Quantität und Qualität der Mischungstheile, dass sie auch in einer verschiedenen Stellung derselben Atome liegen könne. Wenn aber diese verschiedene Stellung mit dem innigsten chemischen Wesen einer Verbindung zusammenhängt, so wird sich dieses nicht nur in dem chemischen Verhalten, es wird sich auch in der Krystallisation aussprechen müssen.

Man könnte aber glauben, dass ein verschiedenes chemisches Verhalten hier nur die Folge eines veränderten Cohäsionszustandes sey, dass es vielleicht sogar von der Krystallisation abhänge, indem der Einfluss der Cohäsion auf die chemische Reaction sehr wesentlich ist, wie man dieses aus zahlreichen Beyspielen von dem verschiedenen Verhalten geglühter und nicht geglühter Erden und Metalloxyde, geschmolzener und natürlich krystallisirter Mineralien etc. weiss. Dieser Meinung wiederspricht indessen die Erfahrung, dass die Phosphorsäure und Pyrophosphorsäure und ähnliche Verbindungen, welche Berzelius isomere nennt, auch im flüssigen Zustande anomale Eigenschaften zeigen, in einem Zustande also, wo keine durch irgend eine Krystallisation bedingte Cohäsion von Einfluss auf das chemische Verhalten seyn kann.

Die Eigenschaften dieser isomeren Verbindungen belehren uns aber auch, dass die Atome sehr leicht ihre Stellung verändern können, und dass ein Uebergang derselben ineinander statt findet, welcher oft sehr schnell eintritt, wie vorzüglich die Cyansäuren ein Beyspiel abgeben. Hierin dürfte nun die Ursache zu finden seyn, warum ein Erkennen der Differenz solcher Verbindungen in manchen Fällen sehr schwierig ist, und warum wir dieselbe öfters nicht nachzuweisen vermögen, wenn sie auch durch die Krystallisation hinlänglich angezeigt ist.

Es ergiebt sich demnach mit Wahrscheinlichkeit, dass kein Dimorphismus bestehe ohne wesentliche chemische Verschiedenheit, wenn auch nur in der Art, wie isomere Verbindungen verschieden sind. Der rhombische und klinorhombische Zinkvitriol, der Arragonit und Kalkspath, der thesserale und rhombische Eisenkies sind nach dieser Ansicht nicht chemisch identische Körper, wenn man auch voraussetzt, dass die Analysen, welche wir von ihnen haben, ganz richtig sind. In ihrer Mischung mag eine wesentliche Verschiedenheit durch die Atomenstellung obwalten und dass wir diese bis jetzt nicht nach-

weisen können, hat nur darin seinen Grund, weil von den gewöhnlichen Untersuchungsmitteln ein Wechsel dieser Atomenstellung nicht verhindert werden kann, ja vielleicht sogar begünstigt wird. Und in der That, was könnte diese Veränderung, wenn die Neigung dazu vorhanden ist, mehr begünstigen, als das Versetzen in den flüssigen Zustand, welcher doch nach dem alten Satze: corpora non agunt, nisi fluida, die Bedingung fast aller analytischen Operationen ist.

Wenn sich auch diese Ansicht auf eine Hypothese stützt, welche zur Zeit nicht hinlänglich zu begründen ist, so scheint doch mehr für sie zu sprechen, als für die Annahme, dass identische Mischungen in wesentlich verschiedenen, gegenseitig unableitbaren Formen krystallisiren können.[29]) Einen obwohl nicht unwiderlegbaren Einwurf dagegen könnte man vom dimorphen Schwefel hernehmen, welcher nach Mitscherlich aus dem Schmelzflusse klinorhombisch krystallisirt, während er in der Natur oder aus Schwefelalkohol krystallisirend in Formen des rhombischen Systems erscheint,[30]) doch lassen sich die Krystalle wahrscheinlich gegenseitig ableiten, wie Kupffer gezeigt hat.[31]) Auch kommt es hier überhaupt noch darauf an, wie weit das rhombische und klinorhombische Krystallsystem als zusammenhängend zu betrachten sind.[32])

Ich berühre hier die jüngsten Interessen des Krystallchemismus, welcher den wichtigsten Einfluss auf die Oryktognosie ausüben muss, wenn diese in einem höhern Sinne, als dem gewöhnlichen naturhistorischen getrieben werden soll. Es sind Interessen, welche selbst mit der Gestaltung der Wissenschaft zusammenhängen, denn hätte man die wesentlichen Unterschiede der Formen eher in dem zufälligen Spiel äusserer Einflüsse, als vielmehr in dem Charakter chemischer Constitution zu suchen, wie dieses zum Theil aus dem eben Angeführten und aus den Versuchen von Beudant[33]) hervorzugehen scheint, wonach gewisse Salze aus derselben Auflösung mit Austausch ihrer eigenthümlichen Formen oder gar mit der Annahme einer dritten krystallisiren können, so stünde uns allerdings eine Reform der Oryktognosie bevor.

Mischung und Krystallisation sind die wesentlichen Punkte, welche den Begriff von Mineralspecies bestimmen. Von den Theorien der Mischung und der Krystallisation hängt also auch die Deutung dieses Begriffes ab und desshalb wird das Studium derselben immer das Wesen der Oryktognosie ausmachen.

Die Ansichten der Mineralogen über den Begriff von Species sind seit der Vervollkommnung der Krystallographie getheilt und hauptsächlich zweyerley. Ein Theil derselben bestimmt sie nach ähnlichen Grundsätzen, wie dieses

in der Zoologie und Botanik geschieht und beschränkt sich daher nur auf die Mittel der physischen Eigenschaften, der andere Theil nimmt auch die chemischen Eigenschaften oder allgemein die Mischung zu Hülfe. Es kommt hier Alles darauf an, welche Ausdehnung man der Oryktognosie oder Mineralogie überhaupt geben will, was man überhaupt für eine Ansicht von Wissenschaft, von Naturforschung und Naturhistorie habe. Die Sache erleidet daher mannigfaltige Deutung, sehr verschiedene Auslegung. Man wird aber das chemische Verhalten, die chemische Zusammensetzung der Körper nicht umgehen können, wenn man einen tiefern Blick in ihr Daseyn, ihren Ursprung, ihre gegenseitigen Beziehungen werfen will, man wird, wenn man das Intresse solcher Verhältnisse erkennt, die Beobachtungen und Erfahrungen, die dazu führen, lieber mit der Wissenschaft innig verflechten, als sie blos für eine nützliche oder angenehme Zugabe ansehen und würdigen. Man wird die Ansicht von Mohs und einigen seiner Schüler hierüber nicht billigen können, selbst wenn es möglich wäre, ohne die Kenntniss der Mischung und des chemischen Verhaltens Mineralspecien mit Genauigkeit zu bestimmen.

Warum sollte auch die Wissenschaft so arm gehalten, so dürftig eingeschränkt werden, dass man von manchen Mineralien oder von den Gasen, welche Mohs in die Mineralogie aufnimmt, nicht mehr sagen dürfte, als dass sie im specifischen Gewicht, im Geruche oder in der Härte ein wenig von einander verschieden sind?! Die Bestimmung der Species nach den physischen und chemischen Charakteren findet man daher schon bey den ältern Mineralogen, sie ist dem Standpunkt der Wissenschaft gemäss auch von Hauy so gegeben worden, und der Isomorphismus hat das Fehlende noch ergänzt. [34])

Die Zahl der Mineralspecien ist seit Hauy beträchtlich vermehrt worden, aber wie begreiflich relativ zu den Ansichten von Species. Durch die Richtung welche die Arbeiten entweder mehr aus dem chemischen oder physischen Gesichtspunkte genommen haben, bestimmt sich auch häufig das Bleiben oder baldige Verschwinden von Species aus den Mineralsystemen. Uebrigens ist es wirklich auffallend, wie von einer Seite die unbedeutendsten Verschiedenheiten für wesentlich gehalten und darauf Species gegründet werden, während von einer andern ein beständiges Streben herrscht, die Zahl derselben gewaltsam zu vermindern und zu verschmelzen. Dass man aber bey den jetzigen Hülfsmitteln der Oryktognosie überhaupt grössere Forderungen machen kann, als zu Werners Zeit, ergiebt sich von selbst und daher mag es kommen, dass sie

gegenwärtig weniger Modewissenschaft ist, als sie es war, und in dieser Hinsicht der Geognosie das Feld geräumt hat. Denn es giebt noch gar viele, welche den engen Verband dieser beyden Wissenschaften nicht aus dem rechten Gesichtspunkte ansehen, sowie es viele giebt, welche glauben, dass man Geologie treiben könne, ohne mit Geognosie vertraut zu seyn.

Zu den für Geognosie und Geologie wichtigen Ergebnissen des mehr ausgebildeten oryktognostischen Studiums gehört zunächst eine gründlichere Kenntniss der Felsarten, eine mannigfaltig bereicherte und geläuterte Theorie ihres möglichen Ursprungs. Ich nenne in dieser Beziehung unter andern die genaue Bestimmung der gewöhnlich Feldspath, Glimmer, Chlorit und Augit genannten Mineralien, die Beobachtungen über die in Hochöfen krystallisirten Schlacken, welche sowohl in Form als Mischung mit gewissen Mineralien z. B. Chrysolith, Augit, Glimmer etc. übereinkommen, das Auffinden des Ueberganges von Amphibol in Augit durch den Schmelzfluss, die Darstellung künstlicher Krystalle von Anchydrit, Rotheisenerz etc. die mikroskopischen Analysen der Laven und das Studium der Pseudomorphosen.

Ich glaube hiemit die Hauptpunkte der Oryktognosie berührt und den Stand der Wissenschaft, wenn auch nur mit flüchtigen Umrissen bezeichnet zu haben, man wird ihr Gedeihen nicht verkennen, man wird aber auch leicht wahrnehmen, wie vieles noch zu thun, wie manche Schwierigkeit noch zu beseitigen ist, um die gemachten Erfahrungen zu einem gewissen Gleichgewicht zu bringen und den Reichthum der vorhandenen Materialien zu ordnen. Aber auch in dem untergeordneten Detail hat die Oryktognosie in jeder Hinsicht gewonnen. Es sind die Krystalle nicht nur genau gemessen, ihre Formen in passenden Zeichen anschaulich gemacht und ihre Reihen durch zahlreiche Untersuchungen vermehrt worden, es ist nicht nur die Mischung derselben durch die strengen Analysen eines Klaproth, Vauquelin, Berzelius, Fuchs, Stromeyer, H. und G. Rose etc. und durch stöchiometrische Rechnungen, worunter besonders die von Berzelius und Beudant zu nennen sind, so genau als es gegenwärtig möglich, bey den meisten bestimmt worden, es ist auch die Forschung über ihre Cohäsion, Dichtigkeit, Electricität, Phosphorescenz etc. nicht zurückgeblieben. Die Skalen der Härte von Mohs, die interessanten Bemerkungen über Cohäsion von Frankenheim, [35]) die genauen Wägungen von Breithaupt, so wie die Beobachtungen über den Einfluss des Aggregatzustandes krystallinischer Massen auf

Digitized by Google

das specifische Gewicht von Beudant [36]) haben manches Schwanken aus der Charakteristik einer Species entfernt, manchen Irrthum in derselben berichtigt.

Daneben sind auch, vorzüglich durch Berzelius die Kennzeichen, welche das Löthrohr darbietet, auf mannigfaltige Art erweitert, und zur Charakteristik der Mineralien angewendet worden. Dieses höchst nützliche Instrument, dessen gegenwärtig kein Mineralog und Chemiker mehr entbehren kann, hat den Einwurf, welchen man eine Zeitlang gegen chemische Kennzeichen überhaupt gemacht hat, dass sie zu umständlich seyen und zuviel Apparat erfordern, gänzlich beseitigt, und man sieht nun wohl ein, wie man damit gewöhlich in weit kürzerer Zeit zum Zweck gelangt, als auf irgend einem andern Wege.

Sowie das Einzelne der Wissenschaft mit Gründlichkeit und Genauigkeit behandelt und beleuchtet wurde, so fehlte es auch nicht an Männern, welche die erworbenen Früchte gesammelt, die erkannten Thatsachen geordnet und für eine allgemeine Uebersicht zusammengestellt haben.

Die Werke von Hausmann, Mohs, Leonhard, Phillips, Beudant, Naumann u. a. sind erfreuliche Annalen der Wissenschaft, der Eingang in ihr Heiligthum ist nicht verhüllt, er öffnet sich freundlich jedem, der für ihre Weihe empfänglich ist, und sind auch die Wege, die dahin führen, nicht immer dieselben, sie sind und seyen willkommen, wenn nur ihr Ziel dasselbe ist — — das Wahre.



Digitized by Google

# Erläuternde Anmerkungen.

1) *Opuscula phys. et chem. vol. II. de formis Crystallorum.* Er zeigt ganz im Hauy'schen Sinne die Ableitung des hexagonalen rhomboedrisch zugespitzten Prismas und der ungleichschenklichen Pyramide aus dem Grundrhomboeder des Kalkspaths, dessen Hauptaxe er vertikal stellt: *Fingamus huic axi sursum ac deorsum eodem prorsus modo circumponi rhombos contiguos, qui subjectis nuclei planis sunt aequales, similes et paralleli — hac methodo prisma oritur hexaëdrum, sex constans parallelogrammatibus aequalibus et similibus, utrimque terminatum tribus rhombis in angulum solidum coëuntibus. — Nucleo centrali apponantur plana similia, sed continue decrescentia — haec tandem in apicem utrimque desinunt, unde loco prismatis duplex oritur pyramis, quarum altera sursum versa, altera deorsum tendit.*

2) Romé de Tlsle bediente sich zuerst des von Carangeot erfundenen Anleggoniometers und beobachtete zuerst die Beständigkeit der Neigungswinkel der Krystalle.

3) Diese Gesetze liegen zunächst in den von Hany gemachten Beobachtungen, dass die Decrescenzen nach commensurablen Verhältnissen mit der Grundgestalt statt finden, und in dem von ihm ausgesprochenen Ebenmaassgesetz *(loix de symmetrie)* wonach an irgend einer Form eintretende Modificationen an allen gleichartigen Theilen derselben sich auf gleiche Weise wiederholen. In diesem Gesetze sind schon die Krystallsysteme indicirt und es erleidet nur Ausnahmen bey dem Auftretten hemiedrischer oder tetartoedrischer Gestalten. Es hat auch eine sehr beachtenswerthe Beziehung anf den gesammten physikalischen Charakter der Krystallflächen.
Vergl. Hessel über Hauy's Ebenmaasgesetz. Frankfurt am Main, 1819.

4) Gedanken über Krystallogenie in Gehlens neuem Journal für die Chemie und Physik. B. VIII. Heft 2. Seite 360.

5) Weiss macht zuerst auf die Bedeutsamkeit der Axen aufmerksam in seiner Abhandlung *de indagando formarum crystallinarum charactere Geometrico principali*, wo er von der Hany'schen Bestimmung des Rhomboeders durch die Angabe des Verhältnisses der Diagonalen der Flächen spricht und dafür das des Sinus und Cosinus des Neigungswinkels der Fläche zur Axe setzt. pag 15 nnd 16 heisst es: *Lineae enim diagonales, in sola superficie solidi conspicuae naturam solidi ipsius ejusque leges internas et primarias proxime*

Digitized by Google

*exprimere non possunt, sed secundario modo a causis altioribus necessario pendent. Quodsi planum singulum linearumque ejus diagonalium mutuam rationem contemplaris, tam separabilis est ab idea omnis solidi contemplatio tua, ut cavendum sit, ne de plano meditans omne solidum obliviscaris; quod quidem periculum ipsum, te in centro rei non versari, monet. Contra nullam formae partem, vel lineam aut quantitatem ad comparandum aptam axi praeponendam esse liquet, nulla igitur consideratio gravior ordinisve altioris quam situs cujusvis plani crystallini — axi comparatus h. e. angulus incidentiae planorum ad axem.*

pag. 42 heisst es: *Axis vero linea est omnis figurae dominatrix, circa quam omnia aequabiliter sunt disposita. Eam omnia spectant, eaque quasi communi vinculo et communi inter se contactu tenentur.*

6) Biot bestimmte aus dem optischen Verhalten, dass es Glimmer mit einer und mit zwey Lichtaxen gebe. Die dadurch unterschiedenen Specien wurden später auch durch die chemische Analyse verschieden gefunden. Vergl. H. Rose in Gilberts Ann. B. XI. S. 13. und. m. Anal. in Kastners Archiv B. 12. S. 29.

7) Wenn Wasser in einem ruhig stehenden Gefässe gefriert, so sind die Flächen der Eiskruste gewöhnlich die gegen die optische Axe rechtwinklichen, wodurch im Polarisations-Apparat die farbigen Ringe mit dem schwarzen Kreutz sehr dentlich und schön gesehen werden. Vergl. Marx über die Krystallisation des Eises. Schweigger-Seidels Jahrb. Bd. 24. S. 426.

8) Airy über die Natur des Lichtes in den beyden durch Doppelbrechung des Bergkrystalls hervorgebrachten Strahlen in Poggendorffs Annal. B. XXIII. S. 204.

9) Vergleiche die krystallographischen Untersuchungen von Haidinger in der Isis 1824. Nach den optischen Beobachtungen von Marx an Krystallen von Ehrenfriedensdorf und nach den meinigen an Krystallen aus Tyrol nnd vom St. Gotthard, welche mit den Flächen hemiedrischer dihexagonaler Pyramiden vorkommen, verhält sich der Apatit nicht analog dem Quarz, sondern zeigt die gewöhnlichen Bilder einaxiger Krystalle.
Schweigger-Seidels Jahrbuch für Phys. u. Chem. 1831. H. 6. S. 258 u. 1832. H. 7. S.

10) Dieses gilt vorzüglich von dem rhombischen Krystallsystem, wo wir nicht, wie im rhomboedrischen und quadratischen, schon in der grössern Symmetrie der Flächenstellung und Winkelvertheilung in Beziehung auf eine Richtung, diese als Hauptaxe anzuerkennen genöthiget sind.

11) Auf die Annahme eines rechtwinklichen Axenkrentzes für die Grunddimensionen aller Krystallsysteme wird Weiss zunächst dnrch die Betrachtungen über den Charakter des thesseralen Systems und durch die Vermuthung eines innern Zusammenhangs dieses Systems mit den übrigen hingeleitet. In der interessanten Abhandlung über die Verhältnisse in den Dimensionen der Krystallsysteme (Abh. d. Berl. Akad. 1825) heisst es §. 2 Das reguläre oder sphäroedrische Krystallsystem, als dessen Grundgesetz die Gleichheit dreyer rechtwinklicher Axen, jedem Zweifelnden unangreiffbar fest steht, liefert uns eben

dadurch schon eine natürliche Bürgschaft sowohl für die Richtigkeit unseres allgemeinen Grundsatzes, dass überall in den untereinander rechtwinklichen Linien und in nichts anderm, die wahren Elemente der Krystallbildung liegen, — als auch für das Gegründete der Hoffnung, die wir hegen, dass es möglich sey, auch bey den übrigen Systemen zu einer gleichen Strenge und Naturgemässheit ihres geometrischen Grundbegriffes zu gelangen, wie sie dem Begriffe dieses Systems selbst eigen ist. Ebenda S. 166. — Wenn wir nun gewahr werden, wie oft und in welcher Mannigfaltigkeit von Substanzen und Mischungen die Natur das reguläre Krystallsystem, unverkennbar in seiner vollkommenen Strenge, hervorbringt, wie es vielleicht keine Substanz giebt, die nicht in eine Mischung mit eingienge, welche unter dem Gesetz des regulären Systems krystallisirt: so ist uns damit unverkennbar verbürgt, dass irgend ein innerer Zusammenhang statt finden muss zwischen den Krystallsystemen, welche dieselben Substanzen in andern Verbindungen annehmen und dem regulären, diesem festen Stützpunkte unserer strengeren geometrischen Kenntniss irgend eines Systems. Eine jede Substanz nimmt ja doch ihre ganze Natur mit hinüber in jede Mischung, die sie eingeht, und in jede Gestaltung, die sie darin erleidet und erwirbt! so muss ja auch zwischen den verschiedenen Gestaltungen, deren sie in den verschiedensten Verbindungen theilhaftig und fähig wird, ein bestimmtes inneres, wenn auch noch so verborgenes Band statt finden; und so dürfen wir hoffen, vom regulären System aus, den Faden aller strengen geometrischen Verhältnisse der übrigen Krystallsysteme zu finden.

Aus den analytischen Untersuchungen von Kupffer in Poggendorffs Annal. B. VIII. scheint jedoch hervorzugehen, dass das klinorhomboidische System nicht auf rechtwinkliche Axen bezogen werden kann.

12) Weiss äussert sich hierüber an mehreren Orten in seiner Abhandlung über die krystal. Fundamental-Bestimmung des Feldspaths und über die Bezeichnung der Flächen eines Krystallsystems. Abhandl. der Berl. Akad. 1816 — 17.

13) Abh. der Berliner Akad. 1825. S. 201. Für 80° R. betrug die Veränderung am Kalkspathrhomboeder $8\frac{1}{2}'$ die stumpfen Winkel wurden um soviel spitzer und die Complementwinkel um so viel stumpfer. In Beziehung auf die Veränderung durch die Wärme sagt auch Frankenheim — *Corpora rhomboëdrica fissione praedita, vel acuta sint, vel obtusa, ad cubum propius accedunt. — Corpora octaedrica fissione, sive acuta sive obtusa praedita, ad octaedrum regulare. De cryst. cohaesione p.* 45.

14) *Bulletin des Sciences Nat.* 1824. *Nro. 7. p.* 33.

15) *Ann. de chim. et de phys. T. XI. p.* 1 — 113. Daraus übersetzt in Poggendorffs Annalen 1829. B. XVI. St. 2. S. 206 u. f.

Die Beobachtungen entsprechen zum Theil auch denen über das optische Verhalten und die Winkelveränderung der Krystalle durch die Wärme. Vergleiche *Beudant traité de Mineralogie 2 ed. tom. I. pag.* 312.

Digitized by Google

16) Dass diese Flächen der Spaltbarkeit nach verschieden sind, ist schon von Hauy bemerkt worden, nach Breithaupt sind sie aber sogar zweyen verschiedenen Formen angehörig. S. Schweiger-Seidel Jahrb. B. 26. S. 404.

17) S. Geschichte der Krystallknnde von Marx — eine vortreffliche Zusammenstellung der wichtigsten Krystalltheorien bis auf unsere Zeit.

18) In der Ahhandlnng über den Gehlenit, wo er das vicarirende Verhältniss zwischen Kalkerde nnd Eisenoxyd angiebt. Schweiggers Jonrnal B. XV. S. 382. Vergl. auch über die Zeolitho. B. XVIII. S. 22. u. 23. Ferner die Ahhandlung über den gegenseitigen Einfluss der Chemie und Mineralogie.

19) Dabey wird ahgesehen von einem Schwanken der Winkel innerhalb weniger Grade. Für dieses Schwanken der Winkel giebt es mancherley Gründe. (Vergl. Mitscherlich in Ann. de Chimie T. XIX. p. 378.) Unter andern kann man auch den Einfluss der Cohäsion auf die Ausdehnung der Krystalle in verschiedener Temperatur hieher zählen, denn die Erfahrung zeigt, dass die Ausdehnung in denjenigen Richtungen grösser ist, in welchen die Cohäsion geringer ist.

Vergl. Frankenheim *de cryst. cohaes.* S. 41. S. 44. heisst es: *Crystalla igitur ejusdem systematis, quorum cohaesio vel fissio, ni easdem vires, easdem tamen relationes habet et quorum formae actione caloris multum mutantur, isomorpha habenda sunt, etiamsi anguli pluribus gradibus differant.*

20) Zu der einen Klasse gehören Baryterde, Strontianerde und Bleyoxyd, zu der anderen Kalkerde, Bittererde, Eisenoxydul, Manganoxydul, Zinkoxyd, Kobaltoxyd, Nickeloxyd und Kupferoxyd.

21) Die gewöhnlichen Krystalle des Zinkvitriols und Bittersalzes gehören in das rhombische System, bey einer höhern Temperatur schiessen diese Salze aus einer concentrirten Auflösung in Formen des klinorhombischen oder hemiprismatischen Systems an. Poggendorffs Ann. B. VI. S. 191.

22) Poggendorffs Ann. B. VI. S. 193. u. B. XII. S. 145.

23) Mitscherlich fand, dass die prismatischen rhombischen Krystalle des Zinkvitriols und Bittersalzes bis zu einem gewissen Grade erhitzt plötzlich undurchsichtig wurden. Im Bruche zeigten sie dann die Structur einer Psendomorphose und bestanden aus vielen hemiprismatischen Individuen, die von der Oberfläche der Krystalle ausgehend sich gegenseitig im Inneru derselben hegränzten. Diese Veränderung erfolgt in beyden Salzen bey 42° R. Die Krystalle verlieren dabey kein Wasser ausser demjenigen, welches sie vielleicht mechanisch zwischen den Lamellen einschliessen, zum Beweise, dass die Mischung heyder Species wesentlich dieselbe ist und dass ihre Verschiedenheit nur von einer veränderten Anordnung der Theile herrührt. Ganz Aehnliches zeigen die Krystalle des schwefelsauren Nickeloxyds, welches hey 15° noch in prismatischen Krystallen, nach Brooke isomorph mit Zinkvitriol, anschiesst. Setzt man grosse Krystalle dieses Salzes der Sonnenwärme in einem verschlossenen Gefäss aus, so behalten sie manchmal die

Digitized by Google

äussere Form bey, dass man z. B. die Neigung der Seitenflächen zu einander noch messen kann, bricht man sie aber entzwey, so bestehen sie aus einer Menge von Krystallen, zuweilen von der Grösse mehrerer Linien, welche Quadratoktaeder sind. Die Veränderung dauert 2 — 3 Tage. Eine ähnliche Umwandlung erleidet das selensaure Zinkoxyd, auch hat man das Zerfallen des Arragonits beym Erhitzen, das Undurchsichtigwerden des geschmolzenen Schwefels, sowie die Veränderungen des Apfelzuckers hiemit verglichen. S. Poggendorffs Ann. B. VI. S. 192 und XI. S. 326.

24) Es gehören ferner hieher Mejonit und Wernerit, Kupferkies und Brannit und in die Reihe des Kalkspaths auch Korund, Kupferglimmer, Crichtonit, Ilmenit und Kibdelophan. Die Formen dieser Mineralien sind nicht nur gegenseitig ableitbar, sondern sie sind öfters auch ganz dieselben. Wenn man Winkeldifferenzen von einem Grad vernachlässigen will, so wird die Reihe solcher isomorpher Mineralien von der verschiedensten Zusammensetzung noch weit grösser. Auch in den übrigen Krystallsystemen lassen sich ähnliche Fälle nachweisen. Dahin gehören z. B. Dichroit und Kupferglanz, Manganit und Prehnit, Antimonglanz und Bittersalz, schwefelsaures Kali und Mascagnin, Augit und Achmit, Augit und Tinkal etc.

S. meinen Aufsatz über homöometrische und isometrische Krystallreihen in Schweigger-Seidel Jahrb. 1832. H. 7. S. 410.

Uebrigens macht schon Bernhardi auf diese Verhältnisse aufmerksam in seiner Abhandlung über Krystallgenie etc. (Gehlens Journ. B. VIII. S. 383). — Die Erfahrung stimmt wenigstens bis jetzt noch nicht dagegen, dass eine und dieselbe Substanz unter allen Umständen eine und dieselbe Grundform besitze; wohl aber scheint sie zu lehren, dass verschiedene Substanzen einerley Grundform, und zwar sowohl regelmässige (d. h. tesserale) als in seltenen Fällen unregelmässige (d. h. monoaxe) eigen seyn können. Als Beweis für den ersten Satz führt er an, dass sich die Krystalle von Kalkspath und Arragonit leicht von einander ableiten lassen, für den zweyten Satz macht er auf die Ableitung der Krystalle des Zinnsteins und des Honigsteins voneinander aufmerksam und erwähnt des Isomorphismus von Bittersalz und Zinkvitriol.

25) Schweigger-Seidel Jahrb. B. 28. S. 123.

26) Die Versuche von Liebig und Wöhler zeigen, dass die krystallisirbare Cyanürsäure (die Serullas'sche Cyansäure) bey der Destillation in liquide wasserhaltige Cyansäure verwandelt werde und dass diese sich freywillig in einen festen, weissen, in Wasser, Salzsäure und Salpetersäure unlöslichen Körper oder in die unlösliche Cyanürsäure verwandle. Alle diese Säuren haben genau dieselbe Zusammensetzung, aber alle drey haben verschiedene Eigenschaften dadurch, dass in jeder die elementaren Atome auf andere Weise geordnet sind. Diese Ordnung ist sehr leicht zu verändern und dadurch können sich diese Substanzen so leicht rück- und vorwärts in einander verwandeln. Uebrigens kann man die wasserhaltige Cyansäure oder diejenige, worinn sich die Elemente der Cyansäure nähmlich $N^3\ C^3\ O^3\ H^3$ zu $N^3\ C^3\ O\,1\frac{1}{2} + O1\frac{1}{2}\ H^3$ verbunden haben nicht isomerische Körper nennen, weil sie verschiedene Sättigungscapacität haben und der

Wasserstoffgehalt der Cyanürsäure mit in die Salze übergeht. Allein Cyansäure und Knallsäure und Cyansäure und der weisse Körper sind isomerisch. S. Poggendorffs Ann. Bd. XX. St. 3. S. 389.

27) Poggendorffs Ann. Bd. XIX. St. 3. S. 1 u. f. Daselbst wird auch die Meinung von Stromeyer wiedersprochen, dass die Pyrophosphorsäure eine andere Sättigungscapacität habe, als die gewöhnliche Phosphorsäure. Vergl. auch Hess über die pyrophosphorsauren Salze. Poggendorffs Ann. B. XVIII. St. 1. S. 71.

28) S. Berzelius Lehrbuch der Chemie. Bd. II. S. 272.

29) Es ist schon öfters darauf aufmerksam gemacht worden, dass Verschiedenheiten der Form und der physischen Eigenschaften überhaupt zuweilen von einem Mischungstheile abzuhängen scheine, welcher nur in geringer Quantität vorkommt, und so dürfte vielleicht der morphologische Unterschied zwischen Kalkspath und Arragonit, in dem Gehalt des letztern an kohlensaurem Strontian zu suchen seyn oder in einer dem Barytocalcit analogen Verbindung von kohlensauerm Kalk und kohlensaurem Strontian. Dass aber die Quantitäten des kohlensauern Strontians von $\frac{1}{2}$ pr. Ct. bis zu 4 pr. Ct. wechseln, hat vielleicht seinen Grund in einer Einmengung von gewöhnlichem Kalkspath. Denn ich habe selbst Stücke von Arragonit von Wolfstein in der obern Pfalz gesehen, welche innig mit dem rhomboedrischen Kalkcarbonat gemengt waren. Für einige andere dimorphe Körper liegt der Unterschied in der Mischung vielleicht in einer andern Zusammenstellung der Mischungstheile, als wir sie gerade annehmbar finden, denn unser Verfahren ist darin öfters sehr willkührlich. Einige aber lassen sich offenbar durch die Bildung von Afterkrystallen erklären. Vergleiche hierüber Haidingers Abhandlung über die Veränderungen, welche gewisse Mineralien mit Beybehaltung ihrer äussern Form erleiden. Poggendorffs Ann. B. XI. S. 173.

30) *Annal. de Chemie. Tom. XXIV. p.* 265.

31) Poggendorffs Ann. B. II. S. 423.

32) Man kann nach den Untersuchungen von Weiss, Kupffer, G. Rose u. a. dieses System vollständig auf rechtwinkliche Axen reduciren und ganz wie das gerad-rhombische System betrachten, von welchem es gleichsam eine hemiedrische Abtheilung bildet. Vergl. m. Abh. über die krystallographische Bezeichnung der Formen des klinorhomb. Systems Poggendorffs Ann. B. XX. St. 3. S. 401.

33) *Traité de Mineralogie.* 2 *ed. tom. I. pag.* 205. *On sait depuis longtemps que l'eau, après avoir été saturée par un sel, peut encore en dissoudre un autre, souvent même en aussi grande quantité, que l'eau pure. Or, voici ce qui me paraît le plus général: si le sel que l'on fait ainsi dissoudre dans un liquide déjà saturé par un autre sel, est plus crystallisable que celui-ci, il arrive, qu'il se dépose bientôt en crystaux qui, au lieu d'affecter la forme qui leur est particulière, prennent celles de l'autre sel.* Er giebt an, aus einer Auflösung von salpetersaurem Kalk, worin weiter salpetersaures Kali aufgelöst wurde, dieses letztere in Formen des rhomboedrischen Systems erhalten zu haben, wel-



Google

ches dem salpetersauren Kalk zukomme. Ferner erhielt er den Kalisalpeter in Rhomboedern nnd den Natrumsalpeter in Formen des rhombischen Systems, wenn der erstere aus einer mit Natrumsalpeter gesättigten Auflösung nnd der letztere aus einer mit Kalisalpeter gesättigten krystallisirte. Ich habe diese Versuche wiederholt, erhielt aber die Salze stets mit der ihnen eigenthümlichen Form. Sie waren übrigens öfters so gemengt, dass man sie kaum zu nnterscheiden vermochte, und die chemische Renction leicht irre führen konnte. Uebrigens haben solche Versuche, so interessant sie an sich sind, keinen besondern Werth, wenn man nicht beständig eine genaue chemische Analyse damit verbindet. Die Bildung von Doppelsalzen oder ein blosses Gemeng kann hier gar leicht zu Irrthümern Veranlassung geben. Anch innss zu dem ersten Versuche über die Krystallisation des Kalisalpeters aus einer Auflösung von salpetersauerm Kalk bemerkt werden, dass der salpetersaure Kalk nach Bernhardi nicht rhomboedrisch, sondern rhombisch krystallisirt. S. Gehlens Journ. B. VIII. H. 1. S. 153.

34) Vergl. Fnchs über den gegenseitigen Einfluss der Chemie und Mineralogie.

35) *De crystallorum cohaesione.*

36) *Annales de Chimie. T. XXXVIII. p.* 398.

Digitized by Google